

“Synthesis of the 1D modelling of turbochargers and its effects on engine performance prediction”

Artem Dombrovsky

Resumen

El bajo consumo de combustible es uno de los principales requerimientos de los motores de combustión interna actuales para aplicaciones de coches de pasajeros. Una de las estrategias más usadas para conseguir ese fin es el uso de motores "*downsized*" (motores más pequeños con la misma potencia) lo que implica el uso de turbocompresores. El acoplamiento entre ambas máquinas (el turbocompresor y el motor de combustión alternativo) presenta muchas dificultades debido a la diferente naturaleza entre las turbomáquinas y las máquinas alternativas. Estas dificultades convierten el diseño óptimo de los motores de combustión interna sobrealimentados en un asunto complicado.

En esta tesis se ha realizado un importante esfuerzo para mejorar el entendimiento global de los diferentes fenómenos físicos que ocurren en los turbocompresores y en los motores sobrealimentados. El trabajo se ha centrado en el modelado 1D de los fenómenos puesto que las herramientas 1D juegan actualmente un papel principal en el proceso de diseño del motor. Se han realizado tanto esfuerzos experimentales como de modelado para el entendimiento de los procesos de transmisión de calor y de flujo de gases en turbocompresores. Previamente al análisis experimental se ha realizado una revisión de la literatura disponible en la que se ha analizado el estado del arte del modelado de transmisión de calor y flujo de gases en turbocompresores.

El esfuerzo experimental de la tesis se ha centrado en la medida de diferentes turbocompresores en el banco de gas y en el banco motor. En el primer caso, se ha utilizado el banco de gas, un ambiente más controlado, para realizar ensayos en diferentes condiciones. Se han realizado ensayos calientes con y sin aislamiento del turbocompresor para caracterizar el flujo de calor externo. Además, se han realizado ensayos adiabáticos para comparar el efecto de la transmisión de calor sobre diferentes variables del turbocompresor y para la validación de los modelos de flujo de gases de la turbina. En el banco motor se han realizado ensayos a plena carga y a cargas parciales para usarlos en la validación.

Para la tarea del desarrollo de los modelos, el trabajo se dividió en modelos de flujo de calor y modelos de flujo de gases. En el primer caso, se ha propuesto un modelo general de transmisión de calor para turbocompresores basado en los turbocompresores medidos y en datos disponibles de trabajos previos de la literatura. Este modelo incluye un procedimiento para la estimación de las conductancias conductivas, correlaciones de convección interna y externa y un procedimiento de estimación de la radiación. En el caso del modelado de flujo de gases, se ha desarrollado un modelo extendido para la extrapolación de mapas de funcionamiento de TGV tanto para el rendimiento como para el gasto másico además del modelo de predicción de coeficientes de descarga en válvulas de turbocompresores de doble etapa.

Finalmente, los modelos han sido completamente validados con su acoplamiento a un software de modelado 1D simulando tanto el banco de turbos como el motor completo. Por un lado, los resultados de la validación señalan que la predicción de las temperaturas de salida de compresor y turbina mejora notablemente usando los modelos desarrollados. Este resultado demuestra que los fenómenos de transmisión de calor son importantes no sólo en simulaciones de cargas

parciales y de transitorios sino también en plenas cargas. Por otro lado, la precisión del modelo de extrapolación de TGV es alta incluso en condiciones fuera de diseño.